

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Должность: Ректор МИЭТ

Дата подписания: 05.02.2025 12:02:28 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Уникальный программный ключ:

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76c8f88ca882b8d502 «Национальный исследовательский университет
«Московский институт электронной техники»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А.Г. Балашов

«15» сентября 2024 г.

М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Маршрут проектирования цифровых интегральных схем»

Направление подготовки – 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»

Направленность (профиль) – «Программные средства САПР сверхбольших интегральных схем и систем на кристалле»

Программа разработана в Передовой инженерной школе

«Средства проектирования и производства электронной компонентной базы»

Москва 2024 г.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

Компетенция ПК-1 «Способен проектировать интерфейсы прикладного ПО» сформулирована на основе профессионально стандарта 40.016 «Инженер в области проектирования и сопровождения интегральных схем и систем на кристалле»

Обобщенная трудовая функция: С – «Синтез логической схемы в базисе выбранной технологической библиотеки на основе заданных временных и физических ограничений с использованием средств автоматизированного проектирования»

Трудовая функция: С/02.7

– «Разработка списка цепей в базисе библиотеки фабрики-изготовителя СнК»

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения компетенций/подкомпетенций
ПК-1.МПЦИС Способен выполнять синтез схемы в заданном технологическом базисе, используя программные интерфейсы САПР	Проектирование программных и аппаратных средств в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	Знания: методология функционально-логического синтеза цифровых устройств средствами САПР Умения: выполнять синтез логических схем со многими выходами, с памятью и без памяти Опыт: синтеза списка цепей в базисе библиотеки предприятия-изготовителя чипа средствами САПР

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Входные требования к дисциплине – необходимы компетенции в области ранее изучаемых дисциплин бакалавриата: «Физика полупроводников и полупроводниковых приборов», «Схемотехника», «Лингвистические средства САПР», «Программирование».

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1	1	4	144	16	16	-	112	ЗаО

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
Модуль 1. Функционально- логическое проектирование СБИС	8	8	-	56	Защита лабораторных работ Прохождение устного опроса Выполнение практико- ориентированного задания
Модуль 2. Физическое проектирование цифровых СБИС	8	8	-	56	Защита лабораторных работ Прохождение устного опроса Выполнение и сдача практико- ориентированного задания

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Обзор маршрута RTL2GDS. Основные инструменты и вендоры. Сравнение, основные проектные процедуры
	2	2	RTL разработка (синтезопригодность). Обзор языков Verilog/System Verilog/VHDL Особенности System Verilog для последовательностных схем
	3	2	Практика RTL разработки (Pipeline, datapath), оформление кода, коллективная разработка Маршрут логического синтеза. Обзор, входные данные (RTL, SDC, библ.), выходные данные (gatelevel, SDF)
	4	2	Статической временной анализ, основные концепции (setup, hold). Проектные ограничения (Reg2Reg, Input/Output delay, input transition, load)
2	5	2	Влияние техпроцесса на характеристики схемы. Углы характеризации Проектное окружения для физического проектирования
	6	2	Этапы планировки кристалла и размещения Синтез дерева синхросигнала и MCMM режим
	7	2	Трассировка и выходные данные физического проектирования Формальная верификация в маршруте проектирования
	8	2	Физическая верификация (DRC/LVS/ERC) Финишные процедуры для повышения выхода годных

4.2. Практические занятия

Не предусмотрены

4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	4	Разработка схмотехнического описания согласно заданию. Схмотехническое моделирование. Анализ работоспособности
	2	4	Анализ статических и динамических параметров разработанной схемы. Проведение параметрической оптимизации мощности и задержек
2	3	4	Маршрут логического синтеза. Использование TCL при построении скрипта для синтеза. Логический синтез с оптимизацией по мощности и быстродействию.
	4	4	Маршрут физического синтеза. Использование TCL при построении скрипта для синтеза. Учет характеристик межсоединений

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	26	Освоение теоретического материала и подготовка к лекции по проблемам схмотехнического проектирования. Работа с учебной литературой. Подготовка к устному опросу.
	26	Освоение теоретического материала и подготовка к лабораторным работам по проблемам схмотехнического проектирования. Работа с ресурсами Интернета
	4	Выполнение практико-ориентированного задания
2	26	Освоение теоретического материала и подготовка к лекции по проблемам автоматизированного логического синтеза. Работа с учебной литературой. Подготовка к устному опросу.
	26	Освоение теоретического материала и подготовка к лабораторным работам по теме автоматизированного логического синтеза. Работа с ресурсами Интернета
	4	Выполнение и сдача практико-ориентированного задания

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС// URL: , <http://orioks.miet.ru/>):

- Сценарий по дисциплине
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ
- Ссылки на литературу по всей дисциплине
- Варианты практико-ориентированного задания.
- Варианты заданий для дифференцированного зачета.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

- 1 Коршунов А.В. (Автор МИЭТ, ПКИМС). Маршрут проектирования ЦИС. Физический синтез : Учеб. пособие / А.В. Коршунов, С.В. Гусев ; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2015. - 72 с. - Имеется электронная версия издания. - ISBN 978-5-7256-0831-1 : б.ц., 100 экз.
- 2 Галочкин, В. А. Введение в нанотехнологии и наноэлектронику : учебное пособие / В. А. Галочкин. - 2-е изд. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 200 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2092473> (дата обращения: 18.08.2023). - ISBN 978-5-9729-1338-1. - Текст : электронный.
- 3 Топологическое проектирование систем на кристалле : учебное пособие / И. В. Ермаков, С. А. Ильин, Т. Ю. Крупкина [и др.] ; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - Москва : МИЭТ, 2022. - 96 с. - Имеется электронная версия издания. - ISBN 978-5-7256-0984-4 : б.ц., 300 экз. - Текст : непосредственный : электронный
- 4 Бодров, Е. Э. Основы технологии электронной компонентной базы : учебное пособие / Е. Э. Бодров. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. - 204 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1902462> (дата обращения: 01.11.2023). - ISBN 978-5-9729-0846-2. - Текст : электронный.
- 5 Смирнов, Ю. А. Основы nano- и функциональной электроники : учебное пособие / Ю. А. Смирнов, С. В. Соколов, Е. В. Титов. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 320 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - URL: <https://e.lanbook.com/book/211205> (дата обращения: 04.05.2023). - ISBN 978-5-8114-1378-2. - Текст : электронный.
- 6 Высокоуровневые языки проектирования и верификации интегральных микросхем: язык Python : учебное пособие / А. А. Беляев, Е. С. Янакова, И. А. Липатов [и др.] ; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - Москва : МИЭТ, 2022. - 112 с. - Имеется электронная версия издания. - ISBN 978-5-7256-0986-8 : б.ц., 300 экз. - Текст : непосредственный : электронный.

Нормативная литература

Не требуется

Периодические издания

- 1 ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ. ЭЛЕКТРОНИКА: Научно-технический журнал / М-во образования и науки РФ; МИЭТ; Гл. ред. Ю.А. Чаплыгин. - М. : МИЭТ, 1996 -.
- 2 ЭЛЕКТРОННАЯ ТЕХНИКА. Серия 3. МИКРОЭЛЕКТРОНИКА : научно-технический журнал / Научно-исследовательский институт молекулярной электроники. - Москва : НИИМЭ, 2014 - . - URL: http://elibrary.ru/title_about.asp?id=41329 (дата обращения: 09.09.2024). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей, последние через систему заказа. - ISSN 2410-9932
- 3 ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: Теорет. и прикладной науч.-техн. журн. / Издательство "Новые технологии". - М. : Новые технологии, 1995 -.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

- 1 IEEE/IET Electronic Library (IEL) [Электронный ресурс] = IEEE Xplore : Электронная библиотека. - USA ; UK, 1998-. - URL: <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp> (дата обращения: 10.01.2024). - Режим доступа: из локальной сети НИУ МИЭТ в рамках проекта «Национальная подписка»
- 2 Лань : Электронно-библиотечная система Издательства Лань. - СПб., 2011-. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 10.01.2024). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ
- 3 Юрайт : Электронно-библиотечная система : образовательная платформа. - Москва, 2013 - . - URL: <https://urait.ru/> (дата обращения: 10.01.2024); Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.
- 4 eLIBRARY.RU : Научная электронная библиотека: сайт. - Москва, 2000 -. - URL: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 10.01.2024). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации дисциплины используется **смешанное обучение**, в основе которого лежит интеграция технологий традиционного и электронного освоения компетенций, в частности за счет использования онлайн тестирования, взаимодействие со студентами в электронной образовательной среде.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: раздел ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта, сервисы видеоконференцсвязи, социальные сети.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внутренние электронные ресурсы** в формах тестирования в ОРИОКС и MOODLe.

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внешние электронные ресурсы** в формах: :- *электронных компонентов сервисов youtube*

- <https://www.youtube.com/playlist?list=PLi3mfxNhwaAi85ITPc7Q04QNvuGBOu450F>
- <https://www.youtube.com/playlist?list=PLi3mfxNhwaAi86lD4AjPdMYT2fl00VaAS4>
- https://www.youtube.com/playlist?list=PLi3mfxNhwaAi-Jul8_xY9Nhig8DZNxJFZ

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Компьютер с мультимедийным оборудованием	Win pro от 7, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC
Компьютерный класс	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ.	ОС Centos САПР Synopsys
Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Операционная система Microsoft Windows Microsoft Office браузер Acrobat reader DC

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по компетенции/подкомпетенции **ПК-1.МПЦИС** «Способен выполнять синтез схемы в заданном технологическом базисе, используя программные интерфейсы САПР».

Фонды оценочных средств представлены отдельными документами и размещены в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: [HTTP://ORIOKS.MIET.RU/](http://ORIOKS.MIET.RU/).

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Особенности организации процесса обучения

Студенты, изучающие дисциплину на базовом уровне, обязаны:

- выполнить лабораторные работы (подтверждается сдачей каждой лабораторной работы);
- принять участие в дискуссиях во время лекций;
- выполнить задание на практический опыт деятельности.

В процессе изучения курса предполагается самостоятельная работа студента при подготовке к лекционным, лабораторным работам, использование основной и дополнительной литературы, интернет-ресурсов.

С целью качественной организации самостоятельной работы студентов проводятся разъяснения материала. Вводное разъяснение проводится лектором дисциплины в начале первой лекции и включает: информацию о структуре и графике контрольных мероприятий, содержании и порядке проведения контрольных мероприятий, правилах оценивания согласно НБС МИЭТ, учебной литературе и дополнительных информационных источниках, основных требованиях по оценке качества освоения дисциплины, самостоятельной работе студентов, организации и назначении консультаций.

Для студентов проводятся консультации. Студентам рекомендуется активно пользоваться консультациями преподавателя: это единственная возможность обучаться индивидуально и выяснить все возникшие вопросы. Кроме этого на консультациях можно защитить лабораторную работу, если не успели на занятии.

В конце семестра студентами выполняется практическое задание, по результатам которого происходит публичное представление результатов заданий СРС на опыт деятельности.

По завершению изучения дисциплины предусмотрена промежуточная аттестация в виде зачета с оценкой.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме 75 баллов) и сдача дифференцированного зачета (25 баллов).

По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

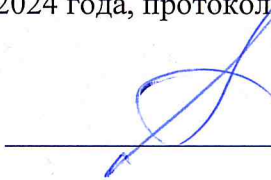
РАЗРАБОТЧИКИ:

Доцент Института ИнЭл, к.т.н.

/А.В. Коршунов/

Рабочая программа дисциплины «Маршрут проектирования цифровых интегральных схем» по направлению подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника», направленность (профиль) «Программные средства САПР сверхбольших интегральных схем и систем на кристалле» разработана в Институте ИнЭл и утверждена на заседании Ученого совета Института ИнЭл 06.09 2024 года, протокол № 1

Директор Института ИнЭл

 /В.В. Лосев/

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с Передовой инженерной школой

Директор ПИШ

 /А.Л. Переверзев /

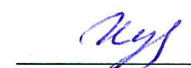
Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК

 /И.М. Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки

 /Т.П. Филиппова/